Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 4, Oct- Nov 2021, p. 501-515

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، مهر- آبان ۱۴۰۰، ص. ۵۱۵-۵۰۱

مقاله پژوهشی

تاثیر پوشش ژل آلوئه‌ورا و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی فیله مرغ سرخ شده

خدیجه سادات طباطبایی[۱]- محمد فاضل[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲

چکیده

با رشد آگاهی مصرف‌کنندگان تقاضا برای محصولات غذایی با بافت، طعم و مزه یکسان اما با کالری و محتوای چربی پایین‌تر افزایش یافته است. از این جهت استفاده از روش‌های برای کاهش جذب روغن ضمن حفظ ویژگی‌های مطلوب امری ضروری به‌نظر می‌رسد. در این پژوهش پوشش‌های هیدروکلوئیدی شامل ژل آلوئه‌ورا در سه سطح ۱/۵ ، ۳ و ۴/۵ درصد (w/v) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) در سه سطح ۲/۵ ، ۵ و ۷/۵ درصد (w/v) برای پوشش‌دهی مرغ طی فرآیند سرخ کردن عمیق در روغن آفتابگردان در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد در سه زمان ۶، ۸ و ۱۰ دقیقه مورد استفاده قرار گرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی مورد اندازه‌گیری در نمونه‌های سرخ شده شامل درصد جذب پوشش، افت وزن، محتوای رطوبت، جذب روغن، آزمون بافت‌سنجی و میزان تغییر رنگ بود. نتایج نشان داد نمونه‌های پوشش‌دهی شده به دلیل افزایش ویسکوزیته محلول پوششی، جذب محلول پوششی و در نتیجه جذب پودر سوخاری را نسبت به نمونه بدون پوشش افزایش دادند. پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی براساس خاصیت سدکنندگی مانع از خروج رطوبت شد و به دنبال آن افت وزن کاهش و با توجه به ارتباط معکوس میان محتوای آب و روغن میزان جذب روغن کاهش یافت. از بین پوشش‌های مورد مطالعه بیشترین میزان حفظ رطوبت و کمترین میزان جذب روغن مربوط به نمونه پوشش‌دهی شده با ۴/۵درصد آلوئه‌ورا و ۷/۵ درصد WPC بود. با افزایش غلظت آلوئه‌ورا سفتی نمونه‌ها کاهش یافت. ولی با افزایش غلظت WPC میزان سفتی نمونه‌ها افزایش یافت. افزایش زمان سرخ کردن سبب کاهش رطوبت و افزایش جذب روغن، افت وزن و سفتی نمونه‌ها شد. پوشش‌دهی سبب کاهش میزان روشنایی و قرمزی (a^*) و افزایش زردی (b^*) و اندیس قهوه‌ای شدن شد و با افزایش زمان رنگ محصول تیره‌تر شد که با واکنش مایلارد همبستگی داشت. در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا و WPC بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوشت مرغ سرخ شده موثر است.

واژه‌های کلیدی: مرغ، سرخ کردن عمیق، پوشش‌دهی، آلوئه‌ورا، کنسانتره پروتئین آب پنیر

مقدمه

محصولات سرخ شده به‌صورت گسترده‌ای در سرتاسر جهان مصرف می‌شوند. سالانه کمپانی‌های بزرگ تولیدکننده غذاهای آماده حجم انبوهی از غذاهای سرخ شده نظیر خلال‌های سیب‌زمینی، مرغ سرخ شده و ناگت‌های سرخ شده را تولید می‌کنند (Mellema, 2003). غذاهای تهیه شده با مرغ یکی از محبوب‌ترین غذاهای سرو شده در رستوران‌ها و فست‌فودها هستند (Soorgi *et al*., 2012). گوشت مرغ شامل مقدار نسبتا کم چربی و مقدار زیادی پروتئین با کیفیت بالا است که حاوی اسیدآمینه‌های ضروری مانند تریپتوفان، لیزین و ترئونین است. علاوه بر این، محتوای چربی در گوشت مرغ بیشتر از نوع غیراشباع مانند اسیدلینولئیک است که مصرف‌کنندگان را در مقابل بیماری‌های قلبی محافظت می‌کند. بنابراین مرغ معمولا توسط پزشکان و مشاوران تغذیه به‌عنوان جایگزینی برای گوشت قرمز (گوشت گاو و گوشت خوک) توصیه می‌شود که به‌طور معمول چربی اشباع بیشتری دارند (Shahrezaee *et al*., 2018).

در فرآیند پخت به طریق سرخ کردن عمیق چربی‌ها و روغن‌ها به‌عنوان محیط واسطه انتقال حرارت عمل کرده حرارت را از سطح داغ دستگاه سرخ‌کن به سطوح سردتر ماده غذایی غوطه‌ور در روغن می‌رساند. در هنگام سرخ کردن، آب از ماده غذایی تبخیر و بافت خارجی غذا با بافت داخلی آن تفاوت پیدا می‌کند روغن نیز به‌وسیله جذب، جذب سطحی یا عمل متقابل شیمیایی، در غذایی سرخ شده یا پوشش آن نفوذ کرده پوسته‌ای ترد و شکننده به دور غذا تشکیل می‌شود (مالک، ۱۳۸۴). در طول سرخ کردن عمیق روغن نه تنها به‌عنوان محیط گرمایشی عمل می‌کند بلکه به مواد غذایی جذب شده که در نتیجه

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
(* - نویسنده مسئول: Email: mfazeln@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v17i4.87283

میزان کل چربی را افزایش می‌دهد (Ananey-Obiri, 2018). از دیگر اثرات نامطلوب این فرآیند که در نتیجه دمای بالا و حضور اکسیژن ایجاد می‌شود تخریب ترکیبات مغذی و تشکیل مولکول‌های سمی در روغن یا ماده غذایی می‌باشد (Dana *et al*., 2006). عوامل متعددی در میزان جذب روغن در مواد غذایی سرخ شده تاثیر گذارند که می‌توان به دو دسته طبقه بندی کرد: دسته اول به ویژگی‌های ذاتی ماده غذایی سرخ شده همانند ترکیبات ماده غذایی، میزان رطوبت، شکل، تخلخل، کشش سطحی اولیه و اندازه پوسته بستگی دارد. دسته دوم وابسته به عوامل خارجی است که قسمتی از فرآیند سرخ کردن هستند، مانند ترکیب و کیفیت روغن، دما و زمان سرخ کردن و روش‌های سرخ کردن (Mah, 2008). کاربرد پوشش خوراکی در کاهش جذب چربی در طول سال‌ها به‌طور گسترده‌ای مورد پژوهش قرار گرفته است. ویژگی مشترک پوشش‌های خوراکی که در سرخ کردن استفاده می‌شود آبگریزی و غوطه وری در روغن می‌باشد که با ویژگی ژله‌ای شدن در اثر گرما و اتصالات عرضی قابل توضیح است. این ویژگی به بهبود ارزش تغذیه‌ای مواد خوراکی با کاهش جذب روغن در حین سرخ کردن کمک می‌کند. این مواد به بهبود کیفیت حسی کمک می‌کنند و همین‌طور می‌توانند به‌عنوان حامل برای انتقال ترکیبات مفید مثل مواد ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدان‌ها به‌کار روند، پوشش خوراکی را می‌توان به‌وسیله روش‌هایی مانند اسپری کردن و غوطه‌ور کردن مواد غذایی در محلول پوشش استفاده کرد (Ananey-Obiri, 2018).

ژل آلوئه‌ورا حاوی ترکیبات پلی‌ساکاریدی مختلف نظیر پکتین، سلولز و همی‌سلولز، گلوکومانان[1]، آسِمانان[2] و مانوز می‌باشد، به‌طور کلی، ژل آلوئه‌ورا به دلیل تعداد زیادی منابع پلی‌ساکاریدی با فواید سلامتی بخش، در دسته مواد غذایی فراسودمند طبقه‌بندی شده است. بنابراین با توجه به خواص ایجادکننده ژل و سلامتی بخش، گیاه آلوئه‌ورا به‌عنوان پوشش خوراکی بر پایه کربوهیدرات امروز در فرآوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Boghani *et al*., 2012).

پروتئین آب پنیر محصولی از فرآیند تولید پنیر است و می‌تواند ژل تشکیل دهد از این رو به‌عنوان مانع در برابر نفوذ چربی در سرخ کردن عمیق استفاده می‌شود. از پروتئین‌های بسیاری تشکیل شده است، اما پروتئین اصلی آن بتا لاکتوگلوبولین (La-β) (۵۵-۵۰ درصد از کل پروتئین‌ها). پروتئین آب پنیر به‌طور مشخص وقتی تحت حرارت قرارمی‌گیرد ژل تشکیل می‌دهد و این امر به کاهش تبخیر رطوبت کمک می‌کند (Ananey-Obiri, 2018).

Sahin و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر انواع مختلف صمغ (هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، گوار، زانتان، صمغ عربی) بر کیفیت سرخ کردن عمیق ناگت مرغ را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و زانتان باعث کاهش قابل توجه جذب روغن نسبت به سایر نمونه‌ها و نمونه کنترل شد. Dogan و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی اثر لعاب‌های حاوی پروتئین‌های مختلف ایزوله پروتئین سویا[3] (SPI)، ایزوله پروتئین آب پنیر[4] (WPI) و پوشش آلبومین تخم مرغ[5] (EA) بر کیفیت ناگت مرغ سرخ شده پرداختند. WPI در غلظت ۳ درصد موثرترین نتیجه در بهبود خواص کیفی ناگت سرخ شده را نشان داد. با اضافه کردن ۳ درصد WPIبه پوشش، محصولی سفت‌تر و کرانچی‌تر با تیره‌ترین رنگ و کمترین میزان روغن به‌دست آمد. Freitas و همکاران (۲۰۰۹) به مطالعه اثر استفاده از پوشش‌های خوراکی از ۳ هیدروکلوئید مختلف (پکتین، پروتئین آب پنیر و پروتئین ایزوله سویا) بر روی میزان جذب رطوبت و جذب روغن در طی فرآیند سرخ کردن عمیق یک محصول منجمد تهیه شده از آرد کاساوا و پوره کاساوا پرداختند. نتایج نشان داد که پروتئین آب پنیر بهترین نتیجه را در رابطه با جذب روغن داشت که کاهش ۲۷درصدی برای محصول پوره کاساوا را نشان داد. Sharifimehr و همکاران (۲۰۱۹) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میگوی پوشش داده شده با نانوامولوسیون را بعد از سرخ کردن عمیق و در طی فریز شدن مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور سه غلظت (صفر، ۱ و ۲ درصد) از پودر ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان هیدروکلوئید عملکردی و سه غلظت (صفر، ۱/۵ و ۳ درصد) از اکونل[6] (ماده موثر رزماری) به‌عنوان ترکیب آنتی‌اکسیدان استفاده شد. نتایج نشان داد که جذب روغن از حدود ۱۵ درصد در نمونه کنترل (بدون پوشش) به حدود ۵ درصد در نمونه پوشش‌دهی شده کاهش یافت، همچنین افت وزن از حدود ۶۱/۵۲ درصد در نمونه کنترل به حدود ۲۸/۶۸ درصد در نمونه پوشش‌دهی شده کاهش یافت. بهترین نتایج برای نمونه‌های میگوی پوشیده شده با ۲ درصد نانوامولوسیون آلوئه‌ورا و ۳ درصد ماده موثر رزماری ثبت شد. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (جذب روغن، افت رطوبت، بافت، رنگ) گوشت مرغ سرخ شده، در طی زمان‌های مختلف سرخ کردن است.

مواد و روش‌ها

مرغ تازه (اصفهان مرغ)، پودر ژل آلوئه‌ورا (داروسازی باریج اسانس)، پودر کنسانتره آب پنیر (هیلمار آمریکا)، پترولیوم اتر(پارس شیمی ایران)، نان باگت، نمک و فلفل جهت آماده‌سازی پودرسوخاری و روغن سرخ کردنی آفتابگردان (اویلا) مورد استفاده قرار گرفت.

1 Glucomannan
2 Acemannan
3 Soy protein isolate
4 Whey protein isolate
5 Egg albumen
6 Eugenol

تهیه پودر سوخاری

نان باگت خریداری شده سپس به ابعاد کوچک تقسیم و به‌منظور خشک شدن درون فر با دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. نان‌ها بعد از خنک شدن توسط همزن برقی به‌طور کامل آسیاب شده و ۳ درصد نمک و ۱ درصد فلفل به آن اضافه گردید (Mahanand *et al*., 2009).

تهیه محلول‌های پوشش

ژل آلوئه‌ورا با غلظت‌های ۱/۵، ۳، ۴/۵ درصد (w/v) و WPC با غلظت‌های ۲/۵، ۵، ۷/۵ درصد (w/v) در داخل یک ارلن توزین گردید و با آب مقطر (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و روی استیرر قرار گرفت تا محلولی یکنواخت به‌دست آید (Mahanand *et al*., 2009).

تهیه و آماده‌سازی سینه‌های مرغ

نمونه‌ها از مرغ گوشتی درشت با وزن ۲۰۰۰–۱۸۰۰ گرم و کشتار روز انتخاب شد سپس فیله سینه جداسازی و به‌صورت بسته‌بندی در یخ به آزمایشگاه منتقل شد. فیله سینه با آب سرد شستشو گردید و بر روی توری‌هایی قرار داده شد تا آب اضافی آن خارج گردد. سپس عمل برش‌زنی به کمک قالب دستی به شکل دایره با قطر ۳/۷ سانتی‌متر انجام شد. وزن نمونه‌ها بین ۱۵–۱۴/۵ گرم بود (Dragich *et al*., 2010).

پوشش‌دهی سینه‌های مرغ

جهت پوشش‌دهی فیله سینه مرغ از روش غوطه‌وری استفاده شد و نمونه‌ها (۹ تیمار) به مدت یک دقیقه در محلول پوشش قرار داده شدند(نمونه‌های شاهد در آب مقطر قرار گرفتند). پس از خارج کردن نمونه‌ها از محلول پوششی، فرصت داده شد اضافی مواد پوششی جدا شود و بعد از آن نمونه‌ها را درون پودر سوخاری قرار داده و همه جای نمونه را با پودر پوشش‌داده سپس نمونه را درون سبدی قرار داده تا پودر اضافی جدا شود. نمونه‌ها در سه مرحله توزین (قبل از پوشش‌دهی، بعد از پوشش‌دهی در محلول پوشش و بعد از پوشش‌دهی در پودر سوخاری) شده و وزن آن‌ها ثبت گردید(Dragich *et al*., 2010; Khazaei *et al*., 2016).

فرآیند سرخ کردن نمونه‌ها

پس از آماده‌سازی، نمونه‌ها در سرخ‌کن اتوماتیک با ظرفیت ۲ لیتر و دمای قابل کنترل ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد و در زمان‌های ۶، ۸ و۱۰ دقیقه سرخ شدند. پس از سرخ کردن نمونه‌ها روی کاغذ جاذب روغن قرار گرفته تا روغن اضافی از سطح آن جداسازی شد. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق سرد شده وجهت آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفتند (Khazaei *et al*., 2016).

اندازه‌گیری درصد پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی با رابطه ۱محاسبه شد:

$$CP = \frac{(W_2-W_1)}{W_1} \times 100 \qquad (۱)$$

که در این رابطه W_2وزن نمونه‌های پوشش‌دهی شده وW_1 وزن اولیه نمونه‌های بدون پوشش است (Akdeniz, 2006).

افت وزن

درصد افت وزن مطابق رابطه ۲ محاسبه شد:

$$Wl = \frac{(W_1-W_2)}{W_1} \times 100 \qquad (۲)$$

که در این رابطه W_1وزن نمونه‌های پوشش‌دهی شده قبل از سرخ کردن و W_2وزن نمونه‌های پوشش‌دهی شده پس از سرخ کردن می‌باشد (Sharifimehr *et al*., 2019).

اندازه‌گیری میزان رطوبت

میزان رطوبت مرغ‌ها قبل و پس از سرخ شدن براساس روش استاندارد AACC (۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که فیله‌های مرغ‌در یک آون هوای گرم با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و به مدت ۵ ساعت خشک شدند و اختلاف وزن اولیه (قبل خشک کردن) و وزن ثانیه (پس از خشک کردن) نسبت به وزن اولیه نمونه‌ها به‌عنوان درصد رطوبت بر مبنای مرطوب نمونه‌ها گزارش گردید.

اندازه‌گیری میزان چربی

میزان روغن مرغ‌ها با استفاده ازحلال پترولیوم اتر به مدت ۶ ساعت دریک دستگاه سوکسله اتوماتیک Peco Food Equiment و به روش AOAC (۱۹۹۰) بعد از سرخ کردن، اندازه‌گیری شد. محتوای روغن بر مبنای وزن خشک محاسبه شد.

آزمون بافت‌سنجی

آزمون Cutting (میزان سفتی بریدن بافت مرغ‌ها) با استفاده از دستگاه بافت‌سنج SANTAM(TEXTURE STM ANALYSER-20) که مجهز به لودسل ۵۰ کیلوگرم بود انجام گرفت، نمونه‌ها با استفاده از یک پروپ فلزی تیغه‌ای با ضخامت ۱ میلی‌متر و طول ۷۰ میلی‌متر با سرعت برشی ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه مورد برش قرار گرفت (Sahin *et al*., 2005).

تعیین میزان تغییر رنگ

آنالیز رنگ نمونه‌های مرغ با استفاده از سیستم رنگ‌سنجی CIE Lab از طریق تعیین شاخص‌های رنگی انجام گرفت. با استفاده از جعبه مخصوص رنگ‌سنجی (محفظه نوری) از نمونه سینه مرغ برای تعیین شاخص‌های رنگی مرغ،عکس‌برداری شد. سپس عکس‌ها به نرم‌افزار

Image J انتقال یافت و شاخص رنگی RGB محاسبه شد. سپس RGB استاندارد نمونه‌ها را به‌دست آورد و با فعال کردن فضای Lab شاخص‌های b^* ،a^* ،L^* تعیین شد (Sahin *et al*., 2005 ; Khazaei *et al*., 2016). شاخص (a^*) از ۱۰۰- (سبز خالص) تا ۱۰۰+ (قرمز خالص) متغییر است. شاخص (b^*) از ۱۰۰- (آبی خالص) تا ۱۰۰+ (زرد خالص) متغییر است (Khazaei *et al*., 2016).

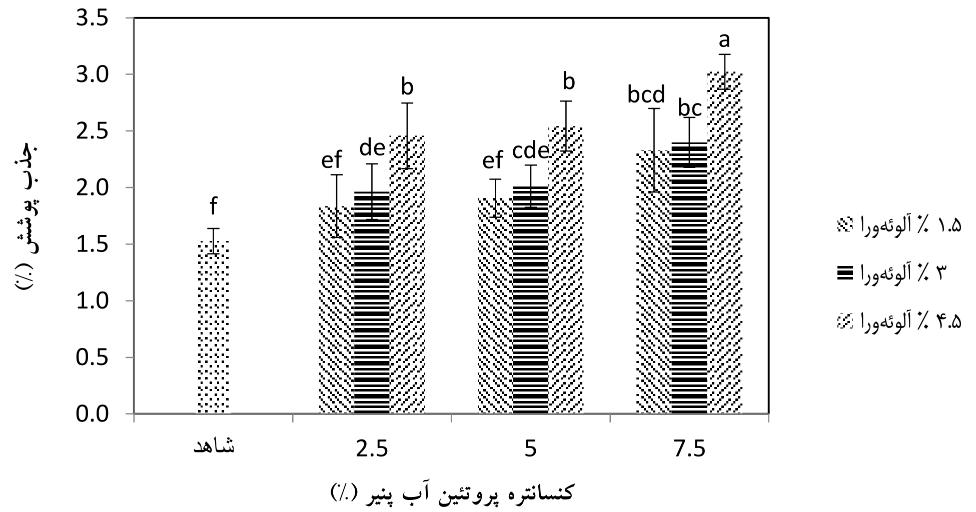
ضریب قهوه‌ای شدن میزان تغییر رنگ محصول به سمت رنگ قهوه‌ای را نشان می‌دهد و با معادلات ۳و ۴ به‌دست آمد: (Akuamoah, 2018).

$$BI = \frac{[100-(x-0.31)]}{0.17} \quad (۳)$$

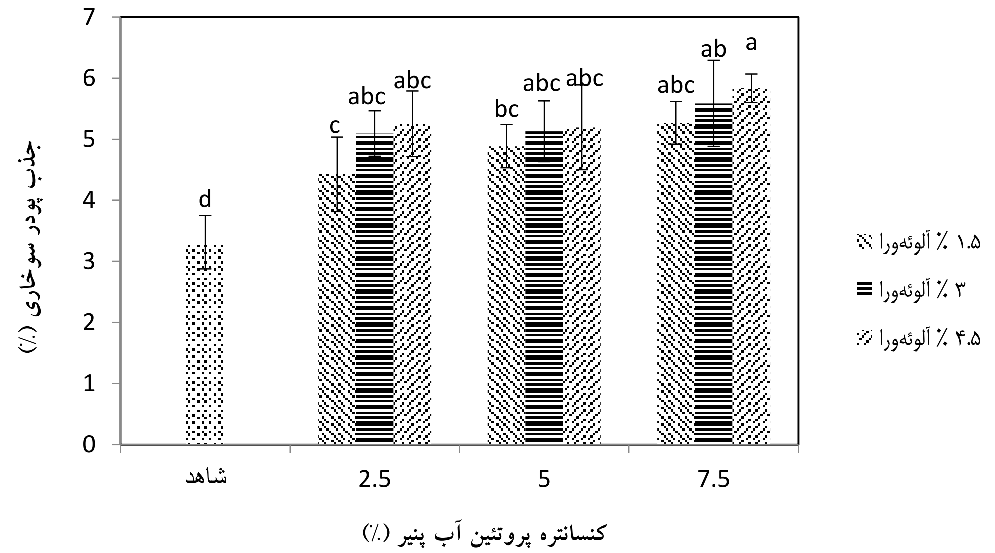
$$X = \frac{(a^* + 1.75 \times L^*)}{(5.645 \times L^* + a^* - 3.012 \times b^*)} \quad (۴)$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

جامعه آماری شامل ۱۰ تیمار که متغیرها شامل غلظت ژل آلوئه‌ورا در سه سطح ۱/۵، ۳، ۴/۵ درصد (w/v)، WPC در سه سطح ۲/۵، ۵، ۷/۵ درصد (w/v) همراه با یک نمونه شاهد (۱۰=۱+۳×۳) که در طی ۳ سطح زمان سرخ کردن (۶، ۸، ۱۰ دقیقه) بررسی شد.کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام گردید. ازآزمون فاکتوریل (دو فاکتور تیمار ۱۰ سطح و زمان ۳ سطح) در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن و از نرم‌افزار SPSS برای آنالیز آماری داده‌ها استفاده گردید.



(الف)



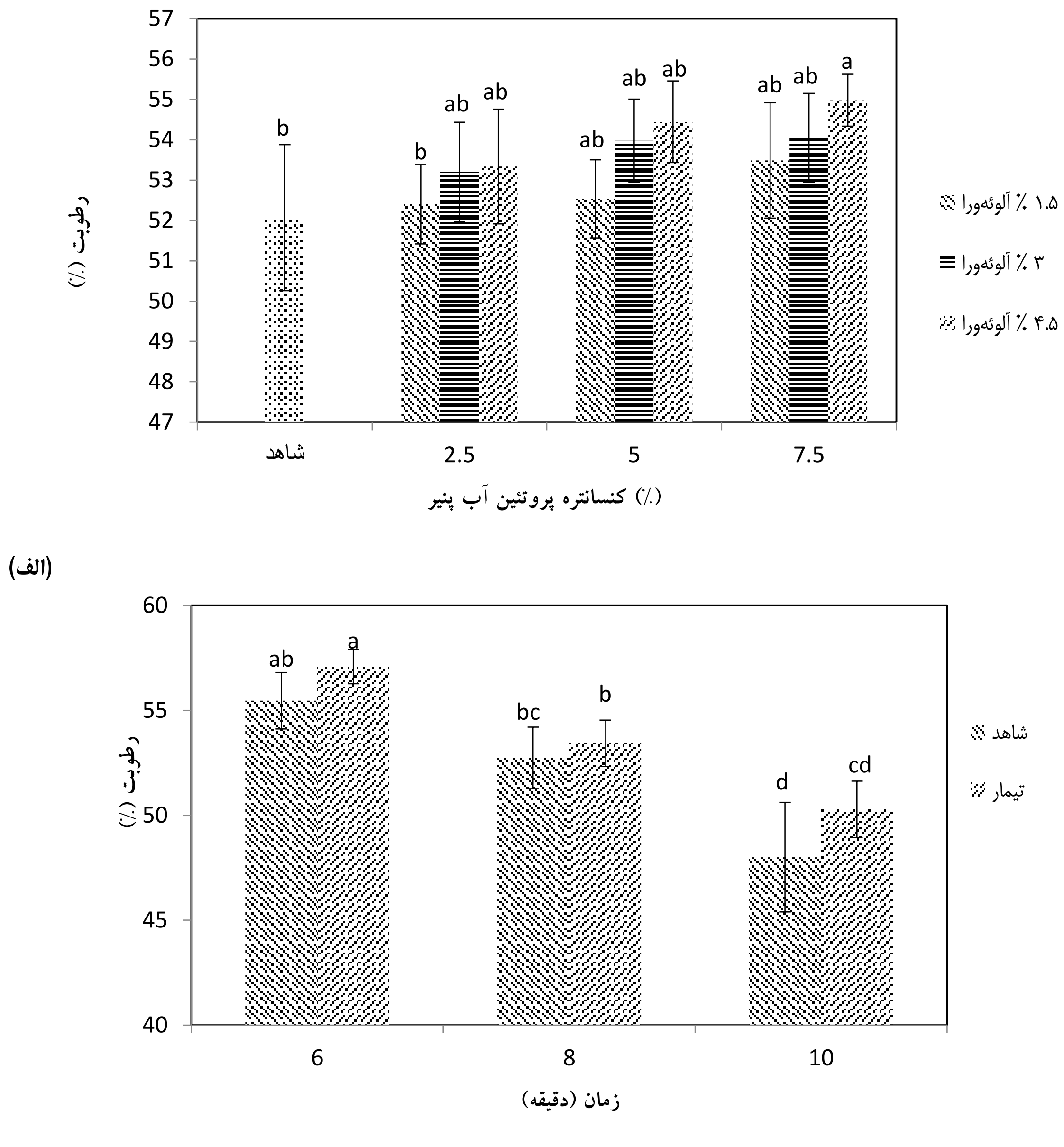
(ب)

شکل ۱- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا بر درصد جذب لعاب پوششی سینه مرغ (الف) و درصد جذب پودر سوخاری سینه مرغ (ب).

نتایج و بحث

پوشش‌دهی

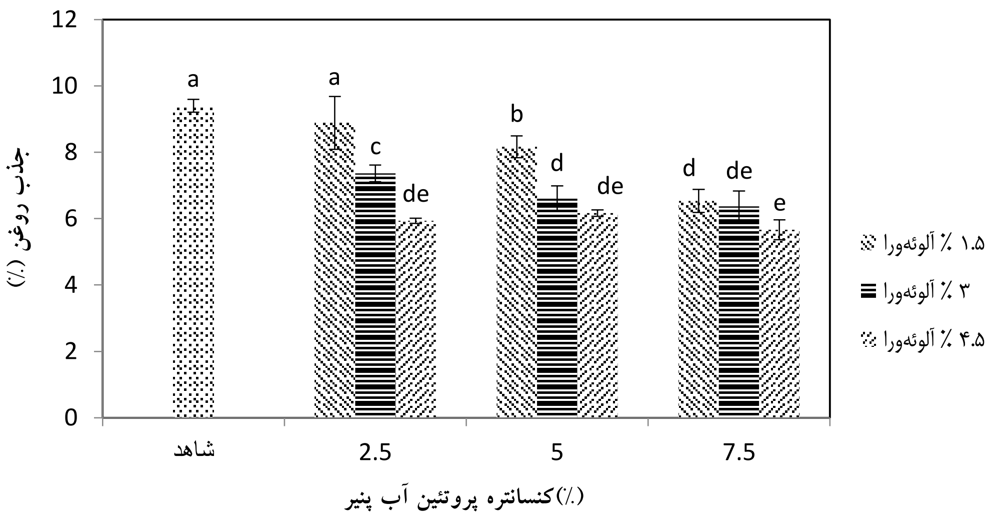
مطابق با شکل ۱جذب لعاب پوشش و پودر سوخاری در نمونه‌های پوشش‌دهی شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه شاهد است. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و WPC میزان لعاب پوششی جذب شده در سینه مرغ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۱). و با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا جذب پودر سوخاری روند افزایشی و با افزایش WPC جذب پودر سوخاری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۵). ویسکوزیته عامل اصلی تعیین کننده عملکرد لعاب پوششی و خصوصیات مهم کیفیت محصول از قبیل پوشش‌دهی، چسبندگی، ظاهر، بافت و همچنین رطوبت نهایی و محتوای روغن است (Kumcuoglu *et al.*, 2014) هیدروکلوئیدها در میزان جذب خمیر محصول پوشش داده شده تاثیر گذارند چون توانایی تغییر ویسکوزیته را دارند. در اصل، هر چه ویسکوزیته لعاب بیشتر باشد درصدی که به غذا می‌چسبد بیشتر است (Varela *et al.*, 2011).



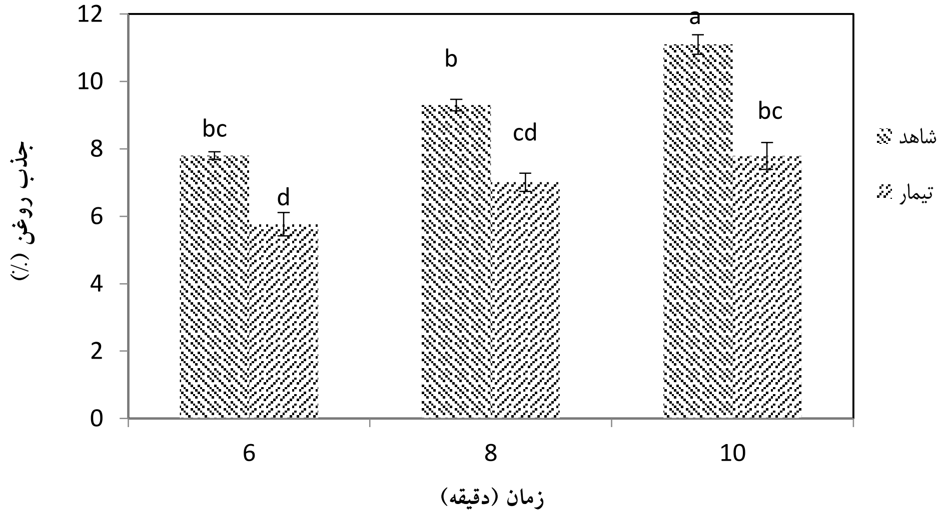
شکل۲- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا (هر ستون میانگین ۳ زمان است) بر درصد رطوبت سینه مرغ سرخ شده و در مقایسه با شاهد (الف) و اثر زمان سرخ کردن بر درصد رطوبت سینه مرغ سرخ شده (ب).

میزان رطوبت

طبق شکل۲ نتایج نشان داد که میزان رطوبت همه نمونه‌های پوشش داده شده بالاتر از شاهد بود و با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا درصد رطوبت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P\leq$۰/۰۵). با افزایش غلظت WPC نیز درصد رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت که به دلیل توانایی صمغ در تشکیل ژل از طریق پیوندهای هیدروژنی قوی و نگهداری آب در طی سرخ کردن می‌باشد (Haghshenas *et al.*, 2015). این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران مطابقت دارد (Soorgi et al., 2012 ; Izadi et al., 2014 ; Soltanizadeh et al., 2015). میزان رطوبت به‌طور مستقیم وابسته به دما و زمان سرخ کردن می‌باشد. با افزایش دما، انرژی بیشتری به نمونه‌ها وارد می‌شود و سرعت تبخیر آب افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش زمان سرخ‌کردن، زمان بیشتری برای خروج خواهد بود. در نتیجه افزایش زمان سرخ کردن باعث کاهش محتوی رطوبت نمونه‌ها شد(Negadi *et al.*, 2007) روند مشابهی توسط Sahin و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده شد.



(الف)

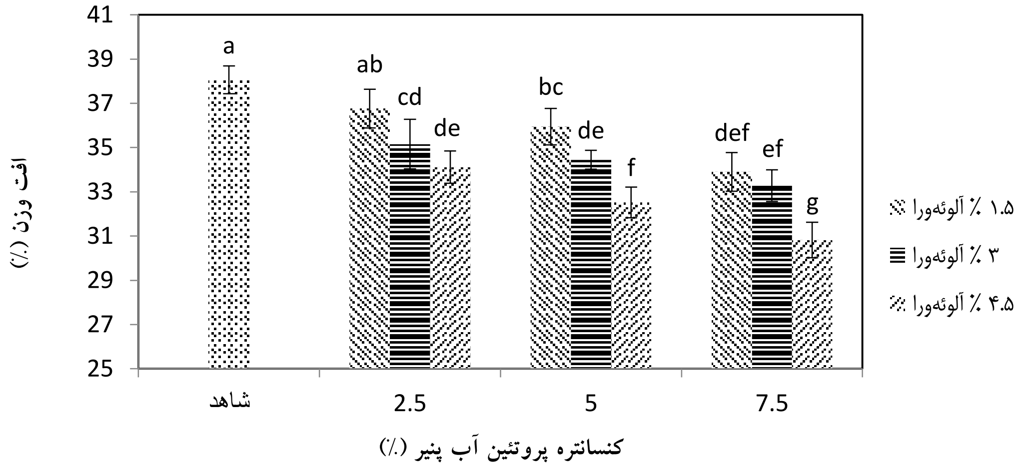


(ب)

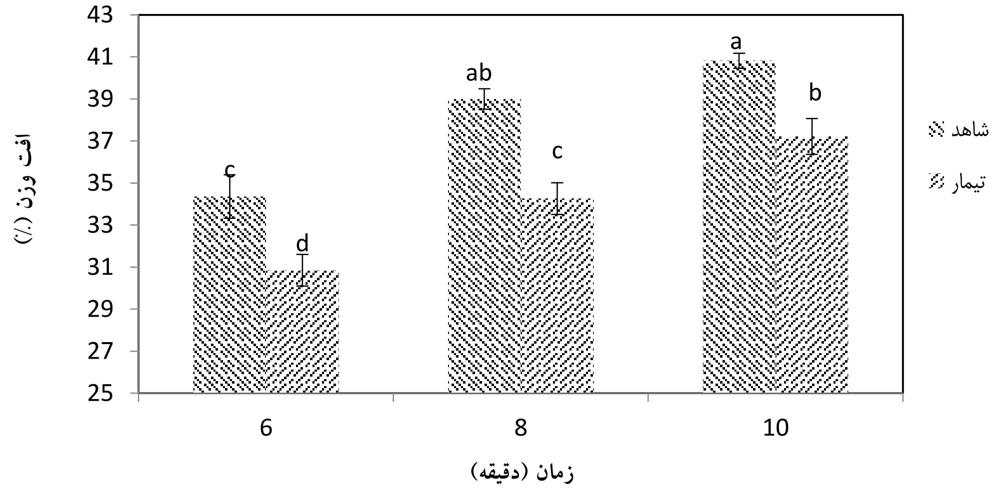
شکل ۳- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا (هر ستون میانگین ۳ زمان است) بر درصد جذب روغن سینه مرغ سرخ شده و در مقایسه با شاهد (الف) و اثر زمان سرخ کردن بر درصد جذب روغن سینه مرغ سرخ شده (ب).

میزان روغن

طبق شکل ۳ جذب روغن در نمونه بدون پوشش به‌طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های پوشش داده شده استوبا افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و WPCدرصد جذب روغن نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P≤۰/۰۱). تبخیر رطوبت به‌وسیله انتقال حرارت در طی فرآیند سرخ کردن باعث ایجاد فضاهای خالی در ماده غذایی می‌شود (Kim *et al.*, 2011). فضاها و ترک‌هایی که به دلیل فرار بخار ایجاد می‌شود توسط روغن پر می‌شوند، از دست دادن رطوبت به‌طور قابل توجهی با جذب روغن ارتباط دارد (Manjunatha *et al.*,2014). استفاده از صمغ به‌عنوان پوشش با افزایش نگهداری رطوبت از طریق تشکیل پیوندهای هیدروژنی قوی بین مولکول‌های آب باعث کاهش جذب چربی می‌شود (Akdeniz *et al.*, 2006). همچنین نتایج نشان داد با افزایش زمان سرخ کردن جذب روغن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، که نتایج با Sahin و همکاران (۲۰۰۵) بر روی ناگت مرغ مطابقت داشت



(الف)



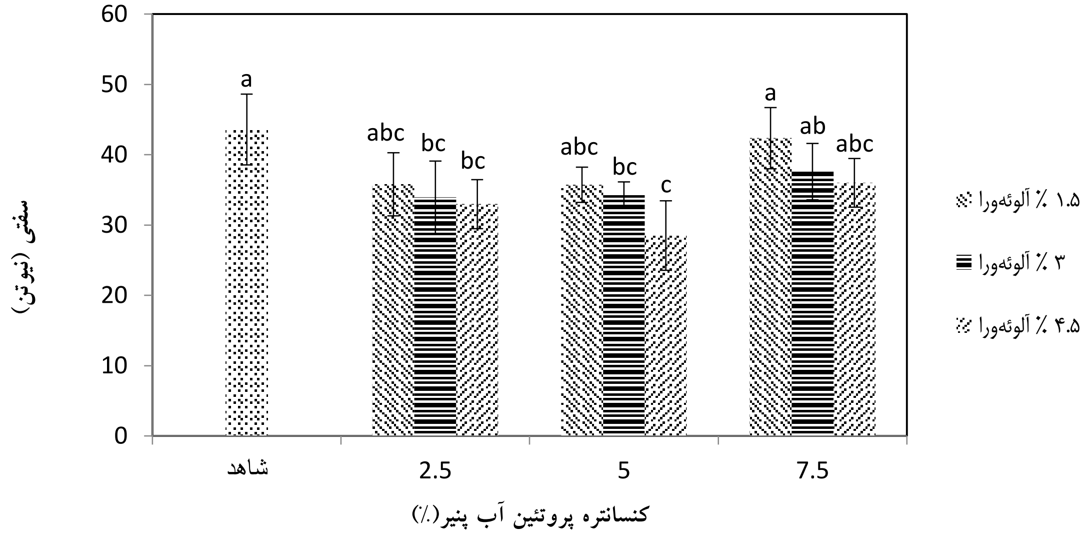
(ب)

شکل ٤- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا (هر ستون میانگین ۳ زمان است) بر میزان افت وزن سینه مرغ سرخ شده و در مقایسه با شاهد (الف) و اثر زمان سرخ‌کردن بر میزان افت وزن سینه مرغ سرخ شده (ب)

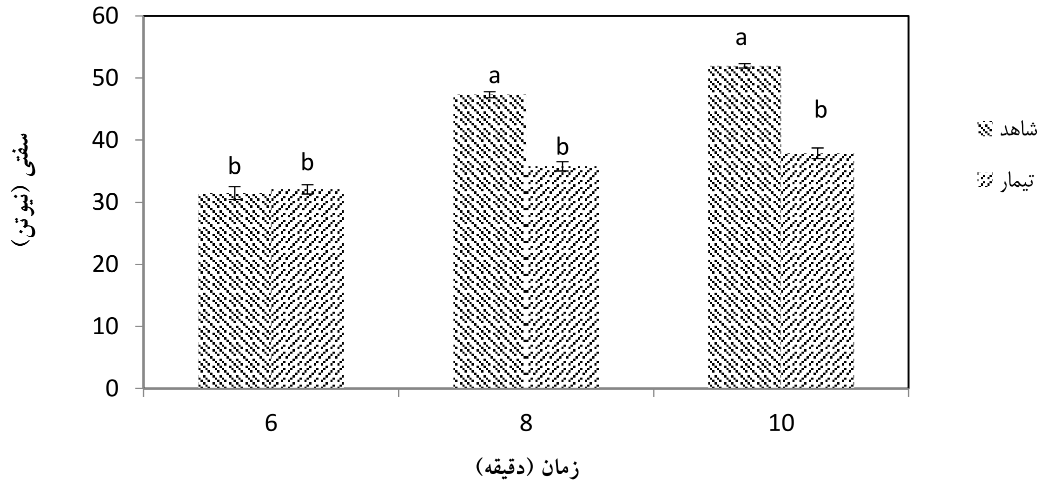
میزان افت وزن

افت وزن به دو دلیل در صنایع غذایی از اهمیت بسیاری برخوردار است، اولا افزایش افت وزن باعث کاهش راندمان محصول از نظر ارزش غذایی می‌شود دوم اینکه افزایش این شاخص به معنای کاهش رطوبت در طول پخت است که می‌تواند کاهش میزان آب در محصول بر کیفیت ارگانولپتیگ آن برای مصرف کننده تاثیرگذار باشد (Sharifimehr *et al.*, 2019). در تحقیق صورت گرفته مطابق با شکل ۴ همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده افت وزن کمتری نسبت به

نمونه شاهد داشتند. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و WPC افت وزن نمونه‌ها به‌طورمعنی‌داری کاهش یافته (P≤۰/۰۱). این نتایج با نتایج Soltanizadeh و همکاران (۲۰۱۵) و Sharifimehr و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت داشت. مواد هیدروکلوئیدی براساس خاصیت سدکنندگی خود مانع از خروج رطوبت از بافت ماده سرخ شده می‌شوند و بنابراین وزن نهایی محصول در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش بالاتر خواهد بود (Akdeniz *et al*., 2006). با افزایش زمان سرخ کردن افت وزن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۱). در طی فرآیند سرخ کردن از دست دادن رطوبت نمونه منجر به افت وزن محصول می‌شود.



(الف)

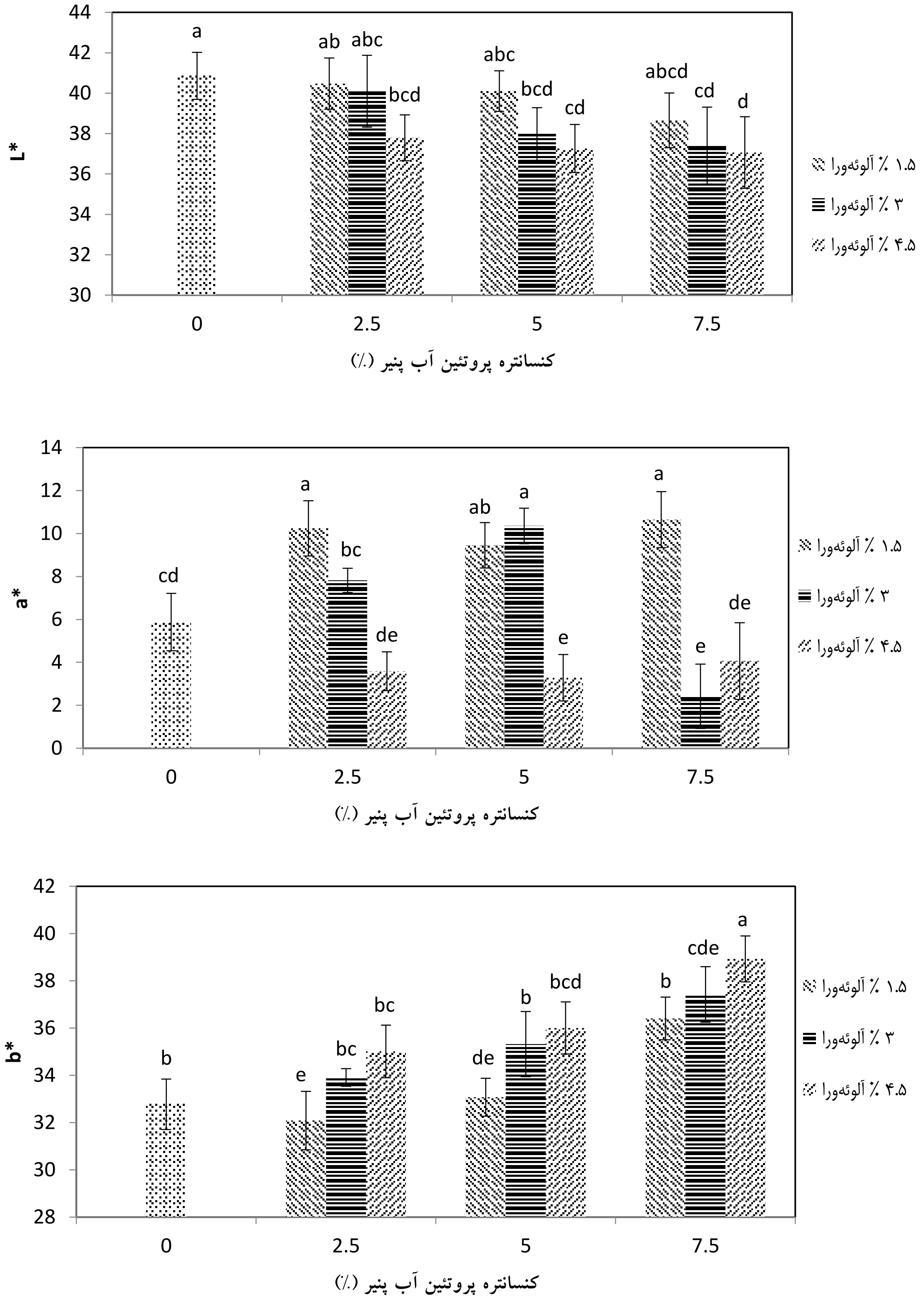


(ب)

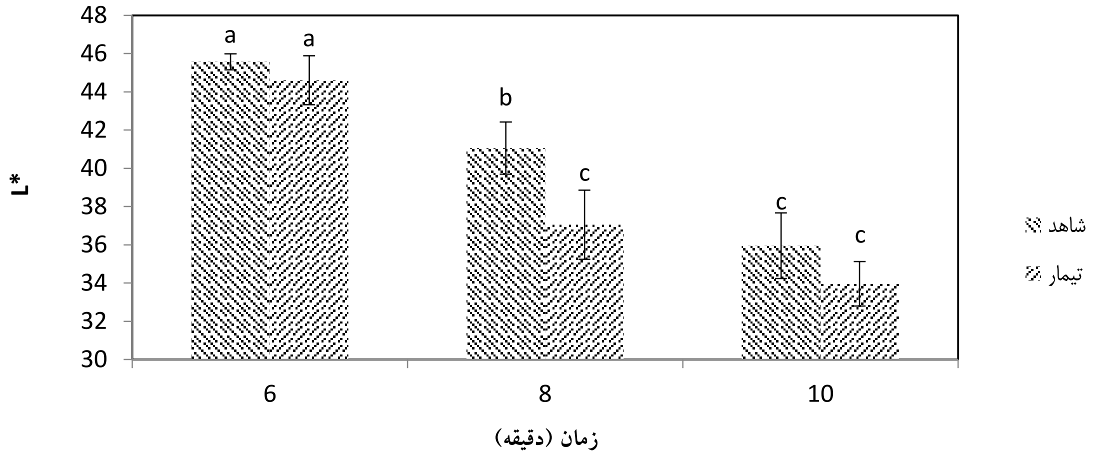
شکل ۵- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا (هر ستون میانگین ۳ زمان است) بر میزان سفتی سینه مرغ سرخ شده و در مقایسه با شاهد (الف) و اثر زمان سرخ کردن بر میزان سفتی سینه مرغ سرخ شده (ب).

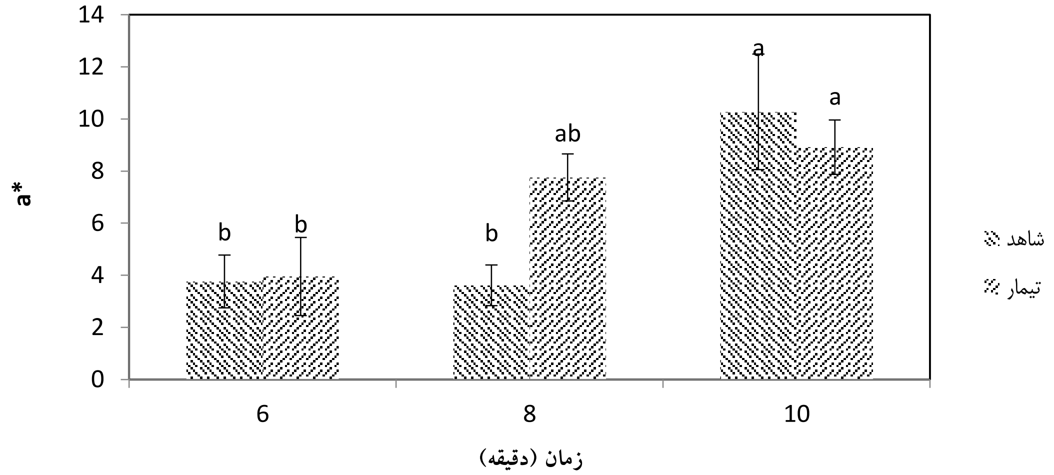
بافت

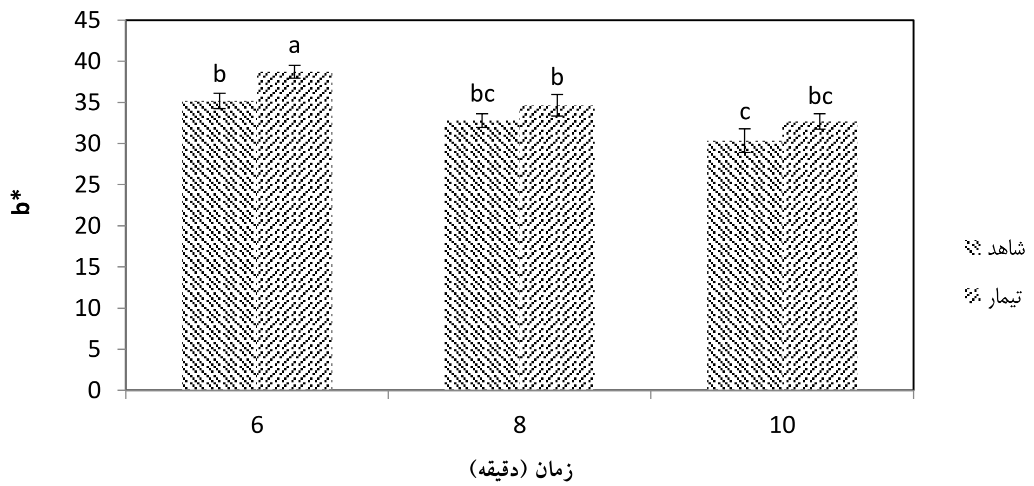
مطابق با شکل ۵ با افزایش غلظت آلوئه‌ورا میزان سفتی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P≤۰/۰۵). که می‌تواند به تاثیر نسبت پروتئین گوشت به پلی‌ساکارید وابسته باشد که قابلیت اتصال به آب را افزایش می‌دهد و منجر به کاهش مقاومت در برابر فشار می‌شود به عبارت دیگر تلفیق نسبت درستی از صمغ به پروتئین گوشت نقش مهمی در افزایش اتصال مولکول‌های آب در پروتئین ایفا می‌کند، که باعث می‌شود پروتئین نرم‌تر و آبدارتر شود که ممکن است در برخی مواد غذایی مطلوب باشد (Haghshenas *et al*., 2015).



شکل ٦- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا (هر ستون میانگین ۳ زمان است) بر تغییرات رنگی (L^*، a^* و b^*) سینه مرغ سرخ شده و در مقایسه با شاهد.

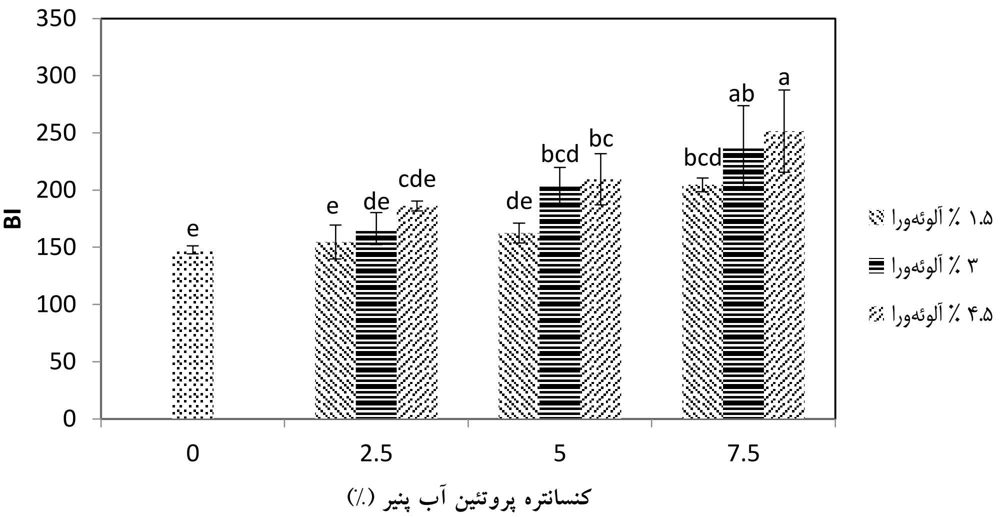




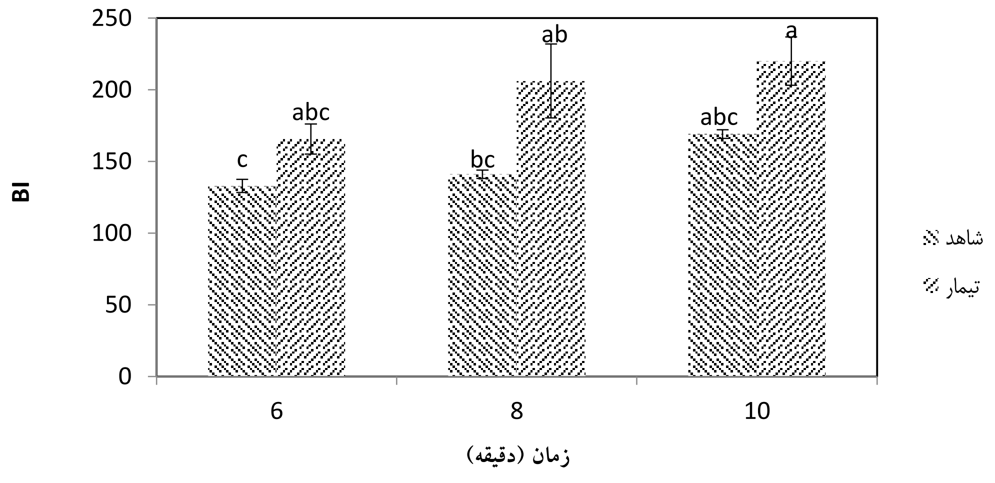


شکل ۷- اثر زمان سرخ کردن بر تغییرات رنگی (L^*، a^* و b^*) سینه مرغ سرخ شده

با افزایش غلظت WPC میزان سفتی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۵). در فرآیند حرارت‌دهی گوشت، پروتئین‌های میوفیبریل باز می‌شوند و در نتیجه از طریق پیوندهای دی‌سولفیدی، الکترواستاتیک،هیدروفوب، هیدورژنی و واندروالسی با WPC باعث سفت شدن بافت سطحی گوشت سرخ شده می‌شوند (Chen *et al.*, 2019). در حرارت ۷۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد پروتئین آب پنیر دناتوره می‌شود این دناتوراسیون حرارتی گروه سولفیدریل آزاد در ساختار اولیه بتالاکتاگلبولین را بی‌حفاظ می‌کند (مرضیه حسینی، ۱۳۹۲). می‌توان نتیجه گرفت افزایش گروه‌های سولفیدریل باعث افزایش پیوندهای دی‌سولفیدی در پروتئین میوفیبریل گوشت و در نتیجه افزایش سفتی بافت می‌شود. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش زمان سرخ کردن میزان سفتی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافته (P≤۰/۰۵). این امر به دلیل تشکیل پوسته و کاهش میزان رطوبت نمونه‌ها است این نتیجه با نتایج مطالعات قبلی مطابقت داشت (Dogan *et al.*, 2005; Sahin *et al.*, 2005).



(الف)



(ب)

شکل ۸- اثر غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر و ژل آلوئه‌ورا (هر ستون میانگین ۳ زمان است) بر تغییرات اندیس قهوه‌ای شدن سینه مرغ سرخ شده در مقایسه با شاهد (الف) و اثر زمان سرخ کردن بر تغییرات اندیس قهوه‌ای شدن سینه مرغ سرخ شده (ب).

رنگ

یکی از ویژگی‌های مهم محصولات سرخ شده رنگ آن است که تاثیر مهمی در پذیرش یا عدم پذیرش محصول از جانب مصرف کننده پیش از گذاشتن در دهان برخوردار است (Andreadis, 2000). طبق شکل ۶ نتایج رنگ‌سنجی نشان داد با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان روشنایی (L^*) نمونه ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P≤۰/۰۵). به

علت حضور رنگدانه‌های مختلف فنلی به‌ویژه آنتراکینون‌های که حساس به نور و حرارت هستند، به‌گونه‌ای که با افزایش میزان آن و تجمع رنگدانه‌ها شاخص L^* کمترشد (Khoshgozaran *et al.*, 2012). با افزایش غلظت WPC، L کاهش یافت. می‌توان به لاکتوز موجود در WPC و انجام واکنش مایلارد در دمای بالای فرایند مربوط دانست، واکنش بین قندهای احیاکننده مثل لاکتوز و گروه آمینی پروتئین‌ها که منجر به قهوه‌ای شدن رنگ محصول می‌شود (مرضیه حسینی، ۱۳۹۲). با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و WPCمیزان a^* به‌طور معنی‌داری کاهش و میزان b^* به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۱). که می‌تواند به علت وجود تعداد بیشتر گروه‌های احیاکننده در این پوشش‌ها و ایجاد ترکیبات حاصل از واکنش‌های قهوه‌ای شدن در این نمونه‌ها باشد (Khazaei *et al.*, 2016). طبق شکل ۷ با افزایش زمان سرخ کردن L^* و b^* به‌طور معنی‌داری کاهش و a^* به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۱). با افزایش زمان رنگ محصول تیره‌تر شد که به علت افزایش ترکیبات قهوه‌ای ناشی از واکنش مایلارد بود (Gazmuri *et al.*, 2009).

مطابق با شکل ۸ با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا و WPC میزان اندیس قهوه‌ای شدن (BI) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۱). پوشش‌های هیدروکلوئیدی کربوهیدرات‌های طبیعی دارند که می‌تواند با اسیدآمینه آزاد موجود در محیط واکنش مایلارد ایجاد کند (Izadi *et al.*, 2014). طبق شکل ۸ با افزایش زمان سرخ کردن BI به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۱). در همه پارامترهای رنگی تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های پوشش‌دهی شده و نمونه بدون پوشش (شاهد) مشاهده نشد که با نتایج Khalil (۱۹۹۹) مطابقت دارد.



(الف) (ب) (ج)

شکل ۸- نمونه‌های پوشش‌دهی شده با ٤/٥ درصد آلوئه‌ورا و ۷/۵ درصد WPC. نمونه سرخ شده در ٦ دقیقه (الف)، در ۸ دقیقه (ب) و در ۱۰ دقیقه (ج).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا و WPC به دلیل افزایش ویسکوزیته جذب لعاب پوششی و در نتیجه جذب پودر سوخاری را نسبت به نمونه بدون پوشش افزایش دادند مواد هیدروکلوئیدی با ایجادخاصیت ممانعت‌کنندگی از طریق پیوندهای هیدروژنی قوی بین مولکول‌های آب، تشکیل یک لایه ژل با ظرفیت بالای نگهداری آب می‌دهد که از کاهش رطوبت و در نتیجه افت وزن و به دنبال آن با توجه به ارتباط معکوس میان محتوای آب و روغن میزان جذب روغن کاهش یافت. بهترین نتایج از نظر میزان افت وزن، رطوبت و روغن مربوط به نمونه پوشش‌دهی شده با ۴/۵ درصد آلوئه‌ورا و ۷/۵ درصد WPC بود. ژل آلوئه‌ورا سبب کاهش سفتی و WPC سبب افزایش سفتی نمونه‌ها شد. پوشش‌دهی سبب کاهش *L و افزایش BI شد. همچنین نتایج نشان داد بهترین نتایج مربوط به نمونه سرخ شده در ۶ دقیقه می‌باشد در نتیجه با توجه به تاثیر منفی افزایش زمان بر فاکتورهای کیفی محصولات سرخ شده بهتر است شرایط فراوری محصولات را به‌گونه‌ای تنظیم کرد که تا حد ممکن محصول در کمترین زمان ممکن تولید شود. در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا و WPC بر بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی گوشت مرغ سرخ شده موثر است.

منابع

مالک، ف.، ۱۳۸۴، چربیها و روغنهای سرخ کردنی و تکنولوژی سرخ کردن. چاپ اول. تهران، مرزدانش، ۳۰۳ صفحه.

حسینی، م.، حبیبی نجفی، م ب.، محبی، م، ۱۳۹۲، ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی پنیر تقلیدی حاوی کنسانتره‌ی پروتئین آب پنیر و پنیر اصلاح شده‌ی آنزیمی لیقوان، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۲، ۱۰۲-۹۱.

AACC., 1986, Moisture content. In Approved methods of the American Association of chemists. St Paul, MN: AACC.

Akdeniz, N., gfihln, S., Sumnu, G., 2006, Functionality of batters containing different gums for deep- fat frying of carrot slices. *Journal of Food Engineering*, 75, 522-526.

Akuamoah, F., Odamtten, GT., Kortei, NK., 2018, Influence of gamma irradiation on the colour parameters of dry smoked shrimps (*Penaeus notialis*). *Food Research* , 2(4), 350-355.

Ananey-Obiri, D., Matthews, L., Azahrani, MH., Ibrahim, SA., Galanakis, CM., Tahergorabi, R., 2018, Application of protein-based edible coatings for fat uptake reduction in deep-fat fried foods with an emphasis on muscle food proteins.*Trends in Food Science & Technology*, 80, 167-174.

Andreadis, I., 2000, A color coordinate nomalizer chip. Journal of Intelligent and Robotic System, 28, 181-196.

AOAC., 1990, Official methods of analysis. Washington DC:*Association of Official Analytica Chemists*.

Boghani, AH., Raheem, A., Hashmi, SI., 2012, Development and Storage Studies of Blended Papaya-Aloe vera Ready to Serve (RTS) Beverage. *Food Processing and Technology*, 3, 10.

Chen, X., Youling, L., Xiong, Xinglian, XU., 2019, High-pressure homogenization combined with sulfhydryl blockage by hydrogen peroxide enhance the thermal stability of chicken breast myofibrillar protein aqueous solution. *Food Chemistry*,285, 31-38.

Dana, D., Saguy, IS., 2006, Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth.*Advances in Colloid and Interface Science*,130, 267-272.

Dogan, SF., Sahin, S., Sumnu, G., 2005, Effects of batters containing different protein types on the quality of deep-fat-fried chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 220, 502–508.

Dragich, AM., Krochta, JM., 2010, Whey Protein Solution Coating for Fat-Uptake Reduction in Deep-Fried Chicken Breast Strips. *Journal of Food Science*, 75, S43-S47.

Freitas, DGC., Berbari, SAG., Patricia, Prati., Fakhouri, FM., Collares Queiroz, FP., Vicente, E., 2009, Reducing fat uptake in cassava product during deep-fat frying. *Journal of Food Engineering*, 94, 390–394.

Gazmuri, AM., Bouchon, P., 2009, Analysis of wheat gluten and starch matrices during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 115(3), 999–1005.

Haghshenas, M., Hosseini, H., Nayebzadeh, K., Shabkoohi Kakesh, B., Mahmoudzadeh, M., Komeyli Fonood, R., 2015, Effect of beta glucan and carboxymethyle cellulose on lipid oxidation and fatty acid composition of pre-cooked shrimp nugget during storage. *Food Science and Technology*, 62, 1192-1197.

Izadi, S., Ojagh, SM., Rahmanifarah, K., Shabanpour, B., Sakhale, BK., 2014, Production of Iow-fat shrimps by using hydrocolloid coatings. *Journal of Food Science and Technology*, 6037-6042.

Khahl, AH., 1999, Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food Chemistry*, 66, 201-208.

Khazaei, N., Esmaiili, M., Emam-Djomeh, Z., 2016, Effect of active edible coatings made by basilseed gum and thymol on oil uptake and oxidation in shrimp during deep-fat frying. *Carbohydrate Polymers*, 137, 249–254.

Khoshgozaran abras, S., Azizi, MH., Hamidy, Z., Bagheripoor-Fallah, N., 2012, Mechanical, physicochemical and color properties of chitosan based-films as a function of Aloe vera gel incorporation. *Carbohydrate Polymers*, 87, 2058-2062.

Kim, DN., Lim, J., Bae, IY., Lee, HG., Lee, S., 2011, Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. *Journal of Food Engineering*, 102, 317–320.

Kumcuoglu, S., Cagdas, E., 2014, Effects of grape seed powder and whey protein on quality charctristics of chicken nuggets. *Journal of Food Quality*, 38, 83-93.

Mah, E., 2008, Optimization of a pretreatment to reduce oil absorption in fully fried, battered and breaded chicken using whey protein isolate as a postbreading dip Doctoral dissertation, Ohio University.

Manjunatha, SS., Ravi, N., Negi, PS., Raju, PS., Bawa, AS., 2014, Kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of Gethi (Dioscorea kamoonensis Kunth) strips. *Journal of food science and technology*, 51(11), 3061-3071.

Mah, E., Brannan, RG., 2009, Reduction of Oil Absorption in Deep-Fried, Battered, and Breaded Chicken Patties Using Whey Protein Isolate as a Postbreading Dip: Effect on Flavor, Color, and Texture. *Journal of Food Science*, 74, S9-S16.

Mellema, M., 2003, Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in food science & technology*, 14(9), 364-373.

Ngadi, M., Li, Y., and Oluka, S., 2007, Quality changes in chicken nuggets fried in oils with differentdegrees of hydrogenatation. *Lwt – Food Science and Technology*, 40, 1784–91.

Sahin, S., Sumnu, G., Altunakar, B., 2005, Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2375—2379.

Shahrezaee, M., Soleimanian-Zad, S., Soltanizadeh, N., Akbari-Alavijeh, S., 2018, Use of Aloe vera gel powder to enhance the shelf life of chicken nugget during refrigeration storage. *LWT – Food Science and Technology*, 95, 380-386.

Sharifimehr, Sh., Soltanizadeh, N., Goli, SAH., 2019, Physicochemical properties of fried shrimp coated with bio-nano-coating containing eugenol and Aloe vera. *LWT – Food Science and Technology*, 109, 33-39.

Soltanizadeh, N., Ghiasi-Esfahani, H., 2015, Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. *Meat Science*, 99, 75–80.

Soorgi M, Mohebbi M, Mousavi SM, Shahidi F.2012. The Effect of Methylcellulose, Temperature, and Microwave Pretreatment on Kinetic of Mass Transfer During Deep Fat Frying of Chicken Nuggets. *Food Bioprocess Technol* 5: 1521–1530.

Varela, P., Fiszinan, SM., 2011, Hydrocnlloids in fried foods. *A review. Food Hydrocolloids*, 25, 1801-1812

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 4, Oct- Nov 2021, p. 501-515

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، مهر- آبان ۱۴۰۰، ص. ۵۱۵-۵۰۱

The effect of Aloe Vera gel and whey protein concentrate on the physicochemical properties of fried chicken fillet

Kh. S. Tabatabae[1], M. Fazel[2*]

Received: 2020.06.11
Accepted: 2020.08.23

Introduction: Nowadays, lack of time and busy work schedules have led to increase the demand for ready-to-eat foods. Furthermore, as cardiovascular diseases are on the rise in the world including our country, with nearly 40 percent of deaths being linked to these diseases, there is a growing demand for low-fat products. The main purpose of the deep frying process is to preserve the aroma and flavor of the ingredients in a crispy crust by immersing the food in hot oil. Frying at high temperatures affects the transfer of mass and heat, which causes some of the water to evaporate and be removed from the product, and the oil is moved into the product, replacing the extracted water. This study aims to use methods that reduce the absorption of oil in the fried product, which can reduce health concerns and increase consumer acceptance of the product.

Materials and methods: In this study, a day-old chicken breast fillets were used to prepare the samples. The weight of the samples was between 14.5 and 15 grams, with a diameter of 3.7. Coating solutions include aloe vera gel powder at three levels of 1.5, 3, and 4.5 % (w / v) and whey protein concentrate (WPC) at three levels of 2.5, 5 and 7.5 % (w / v), made with distilled water at 25C. Baguette bread was also used to make breadcrumbs. To coat the chicken breast fillet, the samples were immersed in the coating solution (control samples in distilled water) for 1 minute and then placed in breadcrumbs. After preparation, the samples were fried in an automatic fryer at a controllable temperature of 140 C for 6, 8, and 10 minutes, then the samples were cooled to room temperature for 10 minutes and tested for physicochemical properties. The tests included coating, weight loss, moisture content according to the standard AACC method, adsorption of oil by standard method AOAC, tissue measurement test based on the stiffness of the chicken tissue cutting (catching test), and color analysis of chicken samples using CIE Lab colorimetric system through the determination of color characteristics were performed.

Results & discussion: The results showed that the coated samples increased the absorption of the coating glaze due to the increasethe viscosity and thus the absorption of baking powder compared to the non-coated sample. The coating with hydrochloric materials based on barrier properties through strong hydrogen bonds between water molecules forms a gel layer with a high water holding capacity that prevents moisture from escaping. This subsequently reduces weight loss. Moreover, due to the inverse relationship between water and oil content, oil absorption was significantly decreased ($p<0.01$). Among the studied coatings, the highest moisture retention rate and the lowest oil absorption rate are related to the coated sample with 4.5% aloe vera and 7.5% WPC. As the concentration of aloe vera increased, the hardness of the samples decreased, which may depends on the effect of the meat protein to polysaccharide ratio. As the concentration of WPC increased, the stiffness of the samples increased, increasing the sulfhydryl groups, increasing the disulfide bonds in the meat's myofibrillar protein, and thus increasing the tissue stiffness. Increasing the frying time reduced the moisture and increased the oil absorption, weight loss, and stiffness of the samples. The coating reduces brightness due to the presence of various phenolic pigments, especially light- and heat-sensitive anthraquinones in aloe vera and lactose in WPC, and Maillard's reaction at high processing temperatures, resulting in increased browning index and darkening with increasing product color time. This is correlated with the Maillard reaction. Coating with aloe vera gel and WPC is effective in improving the physicochemical properties of fried chicken.

Keywords: Chicken, Deep frying, Coating, Aloe vera, Whey Protein Concentrate

1 and 2. -MSc Student and Assistant professor Depatment of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch , Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
(* Corresponding Author Email: mfazeln@yahoo.com)